



①⑨ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ Patentschrift
⑩ DE 195 26 354 C 1

⑤① Int. Cl.⁶:
B 01 J 19/10
B 29 C 37/00
B 29 C 65/08

②① Aktenzeichen: 195 26 354.5-45
②② Anmeldetag: 19. 7. 95
④③ Offenlegungstag: —
④⑤ Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 18. 1. 97

DE 195 26 354 C 1

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑦③ Patentinhaber:

Schober GmbH Werkzeug- und Maschinenbau,
71735 Eberdingen, DE; Walter Herrmann
Ultraschalltechnik GmbH, 76307 Karlsbad, DE

⑦④ Vertreter:

Dreiss, Fuhlendorf & Steimle, 70188 Stuttgart

⑦② Erfinder:

Herrmann, Walter, 76307 Karlsbad, DE; Wittmaier,
Klaus, 71665 Vaihingen, DE

⑤⑥ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
in Betracht gezogene Druckschriften:

DE 3 41 43 030 A1

⑤④ Vorrichtung zum Bearbeiten einer Materialbahn

⑤⑦ Bei einer Vorrichtung zum Bearbeiten einer Materialbahn mit einem Bearbeitungswerkzeug und einem Gegenwerkzeug, wobei die Materialbahn durch einen Spalt zwischen den beiden Werkzeugen hindurchgeführt und dabei bearbeitet wird, wird die Höhe des Spaltes über eine Verstelleinrichtung konstant gehalten. Die Verstelleinrichtung wird dabei über eine Steuereinrichtung angesteuert, an die ein Sensor angeschlossen ist. Dieser Sensor erfaßt die Spalthöhe zwischen der Sonotrode und dem Gegenwerkzeug, wobei eine Längenänderung der Sonotrode ein Steuersignal für die Steuereinrichtung zur Änderung der Spalthöhe auslöst.

DE 195 26 354 C 1

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Bearbeiten einer Materialbahn mit einer Sonotrode aufweisenden Ultraschalleinheit, und einem Gegenwerkzeug, wobei die Materialbahn durch einen Spalt zwischen der Sonotrode und dem Gegenwerkzeug geführt und dabei von der Sonotrode bearbeitet wird, wobei die Sonotrode in einer Halterung eingespannt ist und die Halterung über eine Verstelleinrichtung bezüglich dem Werkzeug verstellbar ist.

Zusätzlich zu Rotationsstanz- und -schneidwalzen, mit denen endlose Materialbahnen bearbeitet werden, werden in zunehmendem Maße Ultraschall-Sonotroden verwendet, mit denen die Materialbahn geschnitten, perforiert, gestanzt, geprägt, wärmebehandelt oder auf ähnliche Weise bearbeitet wird.

Entscheidend ist sowohl bei den herkömmlichen Stanz- und Schneidwalzen als auch bei den Sonotroden, daß der Spalt zwischen der Spitze des Bearbeitungswerkzeugs und dem Gegenwerkzeug, welches eine sich drehende Walze oder eine ebene Fläche sein kann, eine konstante Höhe aufweist. Durch diesen Spalt wird die zu bearbeitende Materialbahn, die auch aus mehreren Schichten bestehen kann, hindurchgeführt. Aufgrund der bei der Bearbeitung entstehenden Wärme ändert sich die Länge des Bearbeitungswerkzeugs, zum Beispiel der Sonotrode, was zu einer Änderung der Spalthöhe führen kann. Ein zu enger Spalt führt jedoch in der Regel zu einer Verschlechterung der Materialbearbeitung und kann unter Umständen in einer Beschädigung der Materialbahn oder der Werkzeuge resultieren. Ein zu weiter Spalt ergibt eine nicht akzeptable Siegelqualität oder Schneidqualität. Es wird daher angestrebt, den Spalt möglichst konstant zu halten. Unter Umständen wird ein zu großer Spalt toleriert, um Sicherheit bei einer Spaltverengung zu haben.

Zwar ist aus der DE 31 43 030 A1 eine Vorrichtung zum Schneiden von Flachmaterial bekannt, die einen Sensor zur Abstandsmessung zwischen dem Sensor und dem Gegenwerkzeug besitzt. Da der Sensor an einem Aufzugsschlitten zusammen mit der Sonotrode befestigt ist, ist er nicht geeignet, eine durch die Ausdehnung der Sonotrode verursachte Veränderung des Spaltabstandes zu erfassen.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung der eingangs genannten Art so weiterzubilden, daß mit ihr ein weitestgehend konstanter Spalt für die Bearbeitung der Materialbahn aufrecht erhalten wird.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß ein die Spalthöhe zwischen der Sonotrode und dem Gegenwerkzeug erfassender Sensor vorgesehen ist, daß der Sensor mit einer Steuer- oder Regeleinrichtung verbunden ist und daß die Steuer- oder Regeleinrichtung abhängig vom Signal des Sensors eine Änderung des Abstands der Halterung zum Gegenwerkzeug oder dessen Halterung bewirkt.

Mittels der Regeleinrichtung kann erfindungsgemäß der Abstand des Bearbeitungswerkzeugs zum Gegenwerkzeug auf ein konstantes Maß gehalten werden. Dabei wird die Spalthöhe gemessen und dieses Signal als Steuersignal der Regeleinrichtung zugeführt, die ihrerseits eine Veränderung des Abstands der Halterung der Sonotrode zum Gegenwerkzeug bewirkt. Nimmt die Temperatur der Sonotrode zu, was sich in einer Längenänderung der Sonotrode auswirkt, dann wird diese Längenänderung, die eine Verringerung der Spalthöhe verursachen würde, durch eine Entfernung der Halterung

der Sonotrode vom Gegenwerkzeug kompensiert. Dabei entspricht der Verstellweg der Halterung exakt der Längenänderung der Sonotrode. Temperaturbedingte Längenänderungen in der Sonotrode können auf diese Weise problemlos ausgeglichen werden.

Eine Weiterbildung der Vorrichtung sieht vor, daß sich der Sensor im Knotenbereich oder im Bereich der Spitze der Sonotrode oder im Gegenwerkzeug befindet. Dabei wird unter dem Begriff Spitze der der Materialbahn zugewandte Bereich der Sonotrode verstanden. Dieser Bereich wird mechanisch am meisten beansprucht und befindet sich außerdem in unmittelbarer Nähe des Spalts. Bei einem anderen Ausführungsbeispiel ist der Sensor ein Infrarot-Sensor, was den Vorteil hat, daß die Messung berührungslos durchgeführt werden kann.

Bei einem weiteren Ausführungsbeispiel ist ein Wirbelstromsensor im Gegenwerkzeug vorgesehen, so daß zusätzlich zur Längenausdehnung der Sonotrode noch die Wärmeausdehnung des Gegenwerkzeugs, was gleichfalls eine Spaltveränderung zur Folge hat, von der Regeleinrichtung erfaßt und kompensiert werden kann und auch diese Messung berührungslos durchgeführt werden kann.

Bei einer Ausführungsform ist die Regeleinrichtung, z. B. eine Steuerung für einen Piezoaktuator direkt mit der Verstelleinrichtung, z. B. dem Piezoaktuator verbunden. Dies hat den Vorteil, daß über die Verstelleinrichtung direkt die Lage der Sonotrode verstellt und dadurch eine Längenänderung kompensiert wird. Außerdem ist diese Ausführungsform mit einer geringen Anzahl an Bauteilen zu verwirklichen.

Bei einer Weiterbildung ist vorgesehen, daß die Verstelleinrichtung ein elastisches Element mit im wesentlichen linearer Federkonstante ist. Durch dieses elastische Element, dessen Federkraft entgegen der Zustellrichtung der Sonotrode wirkt, wird die Sonotrode auf Abstand zum Gegenwerkzeug gehalten. In diesem Falle ist die Steuereinrichtung mit einem Zustellantrieb für die Sonotrode verbunden. Dabei ist über die Steuereinrichtung die Zustellkraft im Zustellantrieb, z. B. ein hydraulischer Antrieb, ansteuerbar. Wird die Zustellkraft verringert, dann wird das elastische Element entlastet, wodurch die Halterung der Sonotrode vom Gegenwerkzeug entfernt wird.

Bei einem besonderen Ausführungsbeispiel ist vorgesehen, daß die Verstelleinrichtung ein erstes, die Halterung abstützendes Element, ein zweites, auf dem Gegenwerkzeug oder dessen Halterung sich abstützendes Element und ein oder mehrere die beiden Elemente auf Abstand zueinander haltende Abstandshalter aufweist. Dabei können die Abstandshalter sowie die beiden Elemente jeweils eine sehr hohe Federkonstante aufweisen. Im besonderen Falle sind die Abstandshalter Stahlkugeln oder Stahlrollen, die sich auf ebenen Scheiben aus gehärtetem Stahl abstützen, was zu einer Hertz'schen Pressung führt.

Bei einem anderen Ausführungsbeispiel ist die Verstelleinrichtung ein Piezoaktuator, mit dem der Abstand zwischen der Halterung für die Sonotrode und dem Gegenwerkzeug verstellt wird. Dieser Piezoaktuator wird über eine Steuereinrichtung angesteuert und kompensiert somit direkt die Längenänderung der Sonotrode.

Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen und der nachfolgenden Beschreibung, in der unter Bezugnahme auf die Zeichnung ein besonders bevorzugtes Ausführungsbeispiel im einzelnen dargestellt ist. Dabei können

die in der Zeichnung dargestellten sowie in den Ansprüchen und in der Beschreibung erwähnten Merkmale jeweils einzeln für sich oder in beliebiger Kombination erfindungswesentlich sein.

In der Zeichnung zeigen:

Fig. 1 eine Prinzipskizze einer ersten Ausführungsform mit in einer Halterung eingespannter Sonotrode und einer zwischen der Halterung und dem Gegenwerkzeug sich befindender Verstelleinrichtung;

Fig. 2 ein Diagramm, aus welchem die einzelnen Umwandlungsstufen des Temperatursignals erkennbar ist;

Fig. 3 ein weiteres Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Vorrichtung;

Fig. 4 ein zur Fig. 3 korrespondierendes Diagramm, aus dem die Umwandlung des Temperatursignals ersichtlich ist;

Fig. 5 eine Seitenansicht einer weiteren Ausführungsform einer Vorrichtung mit Verstelleinrichtung; und

Fig. 6 eine Ansicht der Verstelleinrichtung gemäß Fig. 5 in Richtung des Pfeils VI.

Bei dem in der Fig. 1 gezeigten ersten Ausführungsbeispiel ist in einer Halterung 1 eine Sonotrode 2, welche ein Bearbeitungswerkzeug 3 darstellt, in ihrem Nullpunkt 4 eingespannt. Die Sonotrodenspitze 5 zeigt in Richtung auf ein Gegenwerkzeug 6, zum Beispiel eine rotierende Walze oder dergleichen. Dieses Gegenwerkzeug 6 ist drehbar in einer Walzenhalterung 7 eingespannt. Der Nullpunkt 4 der Sonotrode 2 weist einen Abstand A vom Gegenwerkzeug 6 auf. Mit L ist die schwingende Sonotrodenlänge ab dem Nullpunkt 4 bis zur Sonotrodenspitze 5 bezeichnet. Die Sonotrodenspitze 5 und das Gegenwerkzeug 6 bilden einen Spalt 8 mit einer Spalthöhe H, die der Differenz des Abstandes A des Nullpunkts 4 vom Gegenwerkzeug 6 und der Sonotrodenlänge L entspricht. Durch diesen Spalt 8 wird eine nicht dargestellte Materialbahn geführt, die beim Durchtritt durch den Spalt 8 von der Sonotrode 2 bearbeitet wird. Dabei wird die Sonotrode 2 über einen nicht dargestellten, mit dem Halter 1 verbundenen Zustellantrieb, der eine in Richtung des Pfeils 9 wirkende Zustellkraft auf die Sonotrode 2 ausübt, belastet. Die Zustellkraft wird unabhängig vom Betrieb der Sonotrode 2 aufgebracht. Die durch die Bearbeitung der Materialbahn entstehende Wärme bewirkt eine Temperaturänderung der Sonotrode 2, was in einer Längenänderung der Sonotrodenlänge L resultiert. Die Spalthöhe H zwischen der Sonotrode 2 und dem Gegenwerkzeug 6 wird über einen Sensor 10, zum Beispiel einem Laser, Wirbelstrom- oder Infrarot-Sensor, erfaßt. Der Meßwert des Sensors 10 wird als Steuersignal 11 einer Steuereinrichtung 12 zugeleitet, über die der Verstellantrieb für die Zustellkraft verstellt wird. Die Kraftänderung ΔF ist dabei eine Funktion der Änderung ΔH der Spalthöhe H. Diese Kraftänderung bewirkt eine Änderung der Belastung der Verstelleinrichtung 13, über die sich die Halterung 1 an der Walzenhalterung 7 abstützt.

Diese Verstelleinrichtung 13 ist im wesentlichen elastisch und weist ein erstes, die Halterung 1 abstützendes Element 14 und ein zweites, auf der Walzenhalterung 7 sich abstützendes Element 15 auf. Zwischen den beiden Elementen 14 und 15 befinden sich Kugeln 16, die in geeigneten Führungen gehalten sind. Wird die Verstelleinrichtung 13 mit Druck beaufschlagt, dann werden die Kugeln 16 und die Elemente 14 und 15 an den Berührflächen elastisch verformt, wobei der Druck gemäß der Hertz'schen Pressung verteilt ist. Wird der Druck auf die Verstelleinrichtung 13 verringert, dann entspannen sich die Elemente 14, 15 und die Kugeln 16 und vergrößern

den Abstand zwischen der Halterung 1 und der Walzenhalterung 7. Auf diese Weise kann durch eine Kraftänderung ΔF eine temperaturbedingte Längenänderung ΔL der Sonotrodenlänge L kompensiert werden.

Kühlt sich die Sonotrode 2 ab, was in einer Verkürzung der Sonotrodenlänge L resultiert, wird die Vergrößerung der Spalthöhe H vom Sensor 10 erfaßt, dessen Sensorsignal 11 an die Steuereinrichtung 12 weitergegeben wird, die die Zustellkraft erhöht, wodurch die Verstelleinrichtung 13 um den Betrag ΔL zusammengepreßt wird, der exakt der Verkürzung der Sonotrodenlänge L entspricht (Fig. 2).

Die Fig. 3 zeigt ein zweites Ausführungsbeispiel der Erfindung, in der die Sonotrode 2 ebenfalls in einer Halterung 1 fixiert ist. Der Halter 1 ergreift die Sonotrode 2 in deren Schwingungsknoten, d. h. im Nullpunkt 4. Dieser Halter 1 stützt sich über eine Verstelleinrichtung 17 an einem Anschlag 18 ab. Die Verstelleinrichtung 17 wird beispielsweise von einem Piezoaktuator 19 gebildet, der mit einer Steuereinrichtung 20 verbunden ist. Diese Steuereinrichtung 20 ist außerdem mit einem Sensor 21 verbunden (Fig. 4), der die Spalthöhe H zwischen der Sonotrodenspitze 5 und dem Gegenwerkzeug 6 erfaßt.

Erhöht sich die Temperatur T der Sonotrodenspitze 5 während des Betriebs, dann steuert die Steuereinrichtung 20 aufgrund dieser Änderung ΔH der Spalthöhe H den Piezoaktuator 19 derart an, daß dieser den Halter 1 über eine vorgegebene Wegstrecke ΔL vom Gegenwerkzeug 6 entfernt. Auf diese Weise wird die temperaturbedingte Längenänderung ΔL der Sonotrode 2 ausgeglichen, so daß der Spalt 8 nach wie vor eine konstante Spalthöhe H aufweist.

Mit der erfindungsgemäßen Ausgestaltung kann die eingestellte Spalthöhe H zum Beispiel von 5 bis 100 μm ohne weiteres beibehalten werden, wobei Längenausdehnungen bis zu 200 μm problemlos kompensierbar sind.

Aus einem Vergleich der Fig. 2 und 4, die Diagramme der Verarbeitung des Sensorssignals 11 zeigen, wird leicht erkennbar, daß das Sensorsignal 11 entweder direkt zur Längenänderung ΔL (Fig. 4) oder indirekt (Fig. 2) verwendet werden kann.

Die Fig. 5 zeigt in Seitenansicht ein weiteres Ausführungsbeispiel der Erfindung, wobei die Sonotrode 2 in die Halterung 1 eingespannt ist. Insbesondere sind im Bereich des Schwingungsknotens Keile 22 vorgesehen, die in entsprechende Nuten der Sonotrode 2 eingreifen. Diese Keile 22 sind an einer plattenförmigen Aufnahme 23 befestigt, welche ihrerseits über ein Lager 24 schwenkbar gelagert sind. An der dem Lager 24 gegenüberliegenden Seite der Aufnahme 23 befindet sich die Verstelleinrichtung 13, über die die Schwenklage der Aufnahme 23 veränderbar ist. Durch die Schwenklage der Aufnahme 23 ist die Position der Sonotrodenspitze 5 gegenüber der Oberfläche der Walze 6 und dadurch der Spalt H veränderbar. Als Sensor zum Erfassen der Spalthöhe H ist bei diesem Ausführungsbeispiel ein Wirbelstromsensor vorgesehen, der im Gegenwerkzeug 6 untergebracht ist. Dieser Wirbelstromsensor liefert an einen in Fig. 5 nur andeutungsweise dargestellten Antrieb 25, zum Beispiel Getriebemotor (Fig. 6), pneumatischen oder hydraulischen Antrieb oder dergleichen ein Signal. Dieser Antrieb 25 ist über eine elastische Kuppelung 26 mit einem Schneckenradsatz 27 verbunden, über den die Achse 28 in Drehbewegung versetzt werden kann. Die Achse 28 ist über entsprechende Lager 29 drehbar in einem Gehäuse 30 gelagert. Auf der Achse 28

sitzt ein Laufrad 31, das sich auf der Aufnahme 23 abstützt. An der Unterseite der Aufnahme 23 ist ein gehärtetes Druckstück 32 vorgesehen, welches auf einem Biegeträger 33 aufsitzt. Dieser Biegeträger 33 ist elastisch verformbar nach Art einer Blattfeder oder eines Blattfederpaketes und kann über das Druckstück 32 vorgespannt werden. Die freien Enden des Biegeträgers 33 sind in entsprechenden Aufnahmen des Gehäuses 30 befestigt. Aus der Fig. 5 ist ersichtlich, daß die Drehachse 36 des Schneckenrades 34, an dem das Schraubenrad 35 des Schneckenradsatzes 27 angreift, exzentrisch zur Drehachse 37, d. h. bei der in der Fig. 5 dargestellten Ausführungsform links von der Drehachse 37 liegt. Die Exzentrizität e beträgt zum Beispiel 1 mm. Die Drehachse 36 des Schneckenrades 34 entspricht der Drehachse der Lager 29, so daß das Laufrad 31 exzentrisch um diese Achse 36 umlaufen kann. Auf diese Weise wird das Laufrad 31 in Richtung des Biegeträgers 33 bewegt oder von diesem entfernt. Der Biegeträger 33 kann somit vorgespannt oder entspannt werden. Der Drehwinkel des Laufrades 31 beträgt bei diesem Ausführungsbeispiel etwa 90°. Mit der Verstelleinrichtung 13 kann die Spalthöhe H unabhängig von Temperaturschwankungen der Sonotrode 2 oder des Gegenwerkzeugs 6 auf einem voreingestellten Wert gehalten werden.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Bearbeiten einer Materialbahn mit einer eine Sonotrode (2) aufweisenden Ultraschalleinheit und einem Gegenwerkzeug (6), wobei die Materialbahn durch einen Spalt (8) zwischen der Sonotrode (2) und dem Gegenwerkzeug (6) geführt und von der Sonotrode (2) bearbeitet wird, wobei die Sonotrode (2) in einer Halterung (1) eingespannt ist und die Halterung (1) über eine Verstelleinrichtung (13, 17) bezüglich dem Gegenwerkzeug (6) verstellbar ist, dadurch gekennzeichnet, daß ein die Spalthöhe (H) zwischen der Sonotrode (2) und dem Gegenwerkzeug (6) erfassender Sensor (10, 21) vorgesehen ist, daß der Sensor (10, 21) mit einer Steuer- oder Regeleinrichtung (12, 20) verbunden ist und daß die Steuer- oder Regeleinrichtung (12, 20) abhängig vom Signal (11) des Sensors (10, 21) eine Änderung des Abstandes (A) der Halterung (1) zum Gegenwerkzeug (6) oder dessen Halterung bewirkt.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Sensor (21) im Knotenbereich oder im Bereich der Spitze (5) der Sonotrode (2) oder im Gegenwerkzeug vorgesehen ist.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Sensor (10, 21) ein berührender oder berührungsloser Sensor, insbesondere ein Infrarot-Sensor oder Wirbelstromsensor oder Laser ist.
4. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Verstelleinrichtung (13, 17) ein aktives oder passives Element ist oder aktiv oder passiv ansteuerbar ist.
5. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Regeleinrichtung (20) direkt mit der Verstelleinrichtung (17) verbunden ist.
6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Verstelleinrichtung (13, 17) ein elastisches Element mit im wesentlichen linearer Federkonstante ist.

7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Regeleinrichtung (12) mit einem Zustellantrieb für die Sonotrode (2) verbunden ist.
8. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß über die Regeleinrichtung (12) die Zustellkraft im Zustellantrieb ansteuerbar ist.
9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Verstelleinrichtung (13) ein erstes, die Halterung (1) abstützendes Element (14), ein zweites, auf dem Gegenwerkzeug (6) oder dessen Halterung (7) sich abstützendes Element (15) und ein oder mehrere die beiden Elemente (14, 15) auf Abstand zueinander haltende Abstandshalter (16) aufweist.
10. Vorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Abstandshalter Kugeln (16) sind.
11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Verstelleinrichtung (17) ein Piezoaktuator (19) ist.
12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Verstelleinrichtung (13) eine schwenkbar gelagerte Aufnahme für die Sonotrode (2) aufweist und die Spalthöhe (H) durch Verschwenken der Aufnahme einstellbar ist.
13. Vorrichtung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß zum Verschwenken der Aufnahme ein Exzenterantrieb vorgesehen ist.
14. Vorrichtung nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Aufnahme in kaltem Zustand vorgespannt ist.
15. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß über die Steuereinrichtung (12, 20) der Spalt (8) direkt oder indirekt veränderbar ist.

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

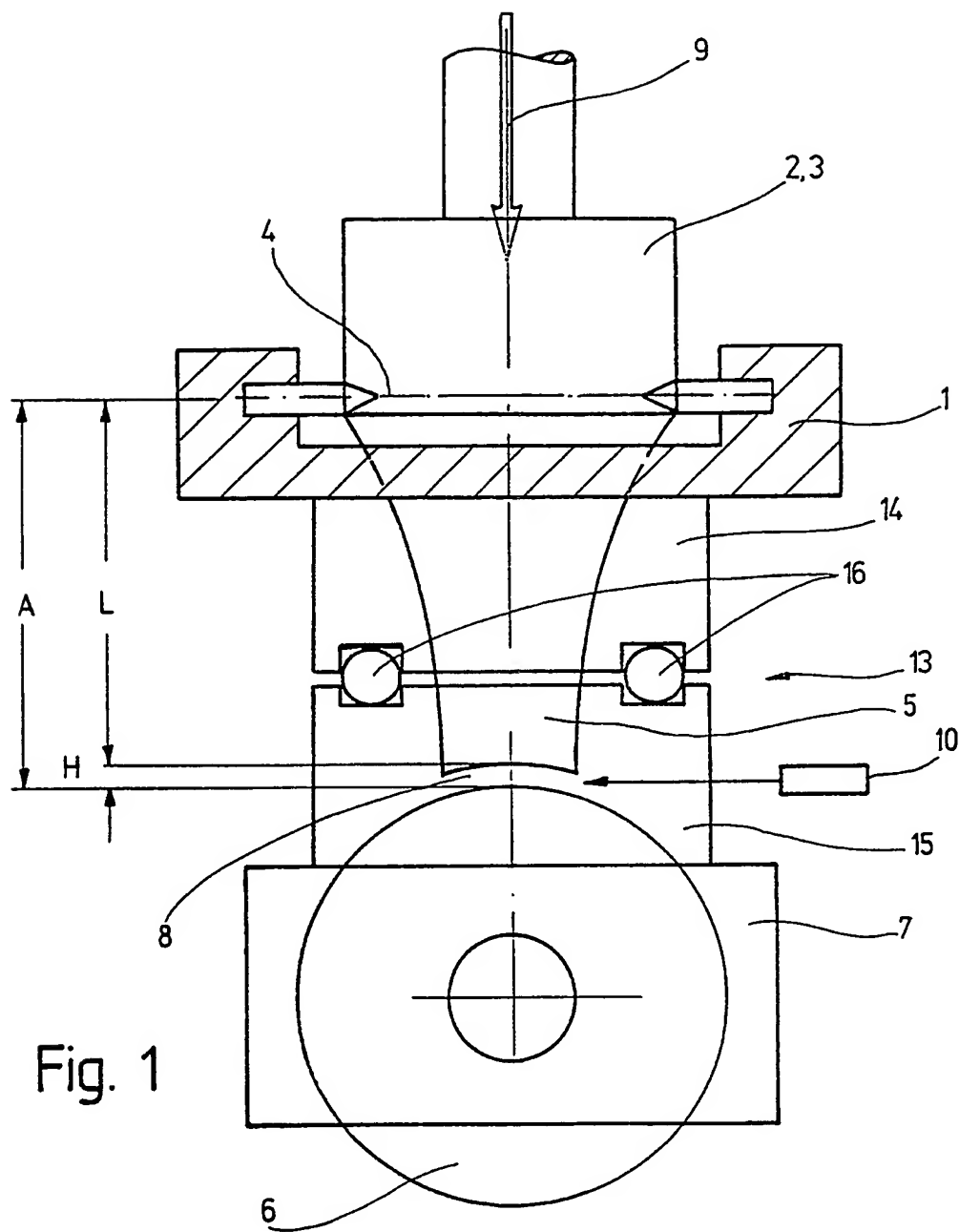


Fig. 1

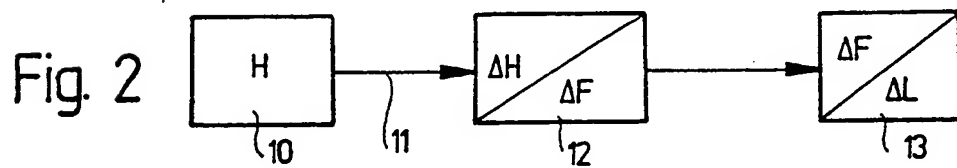
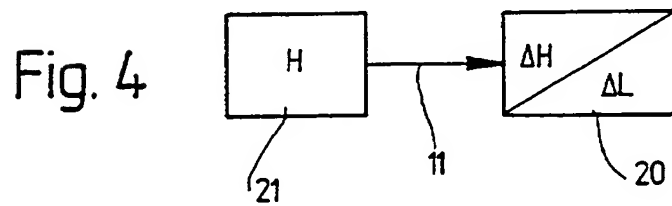
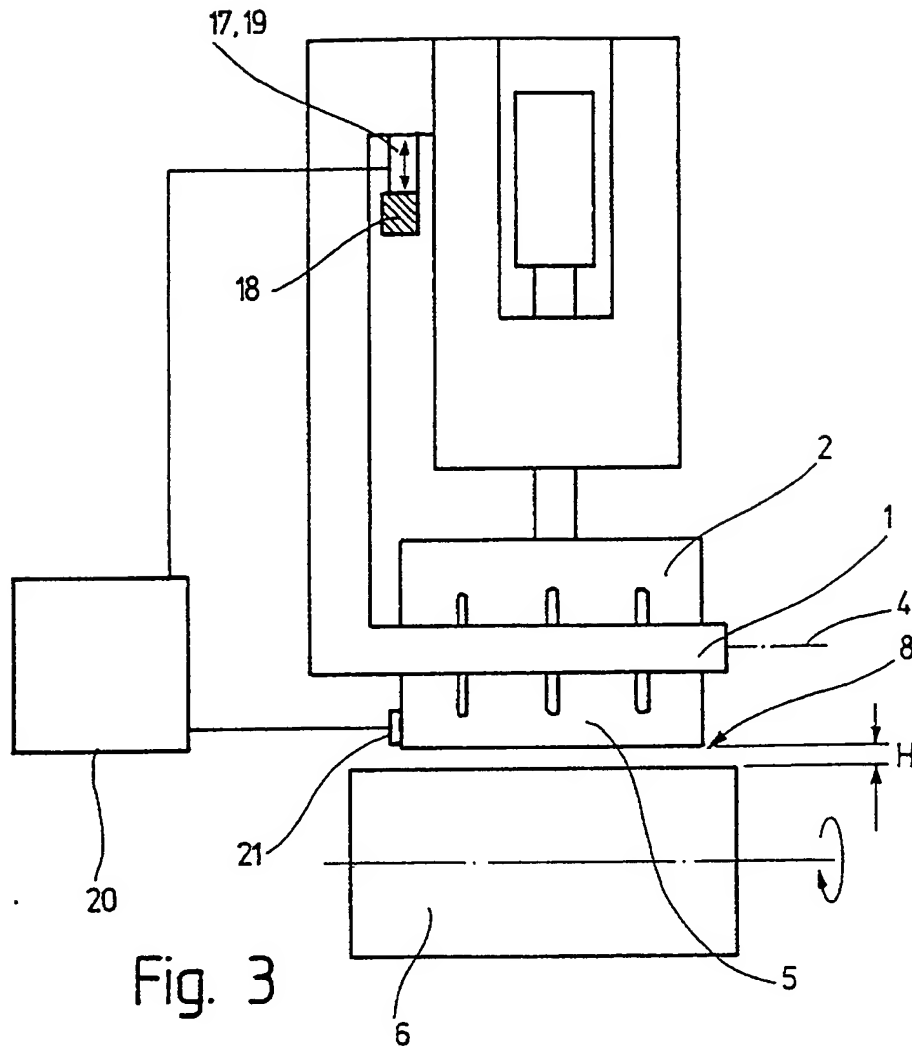
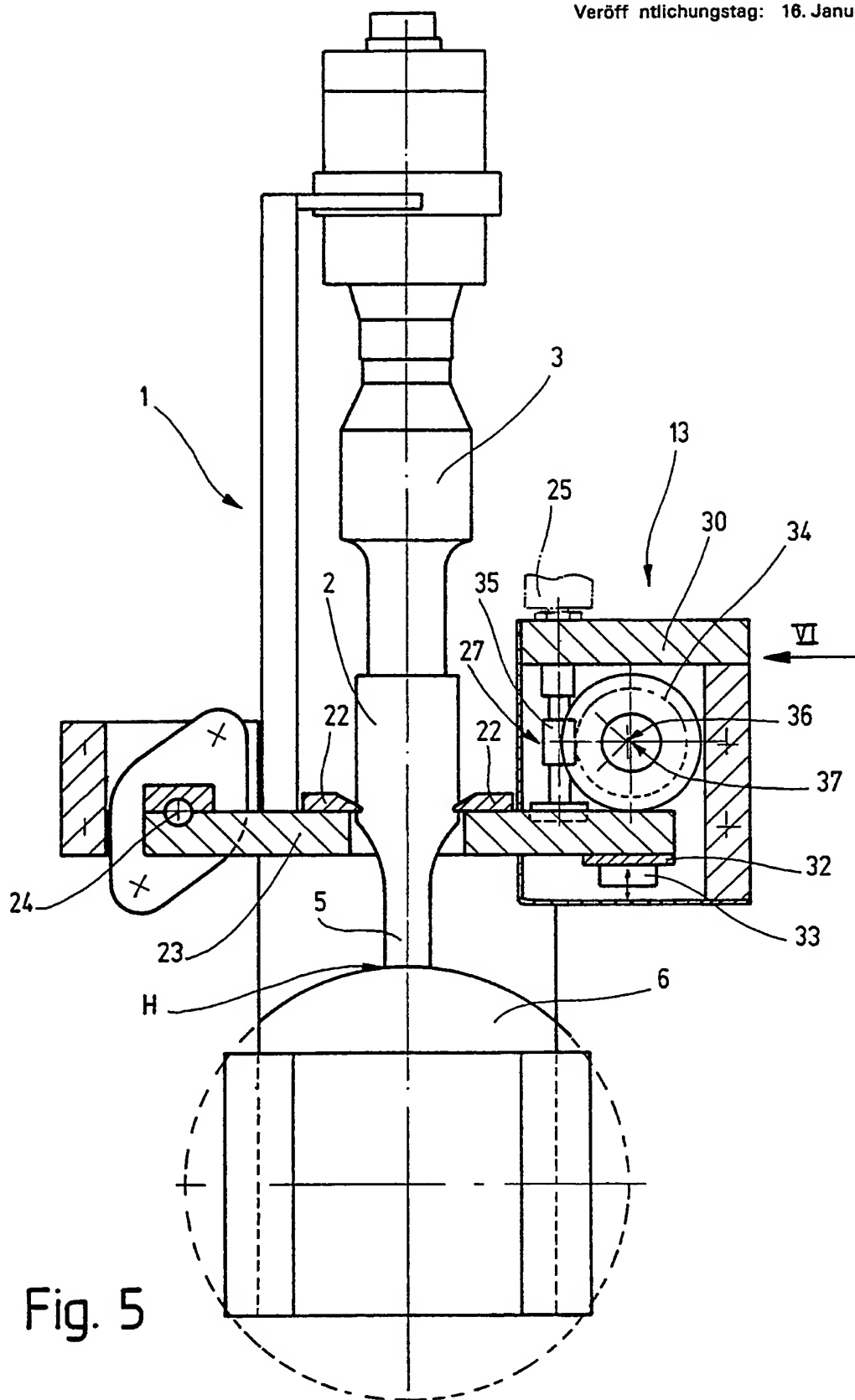


Fig. 2





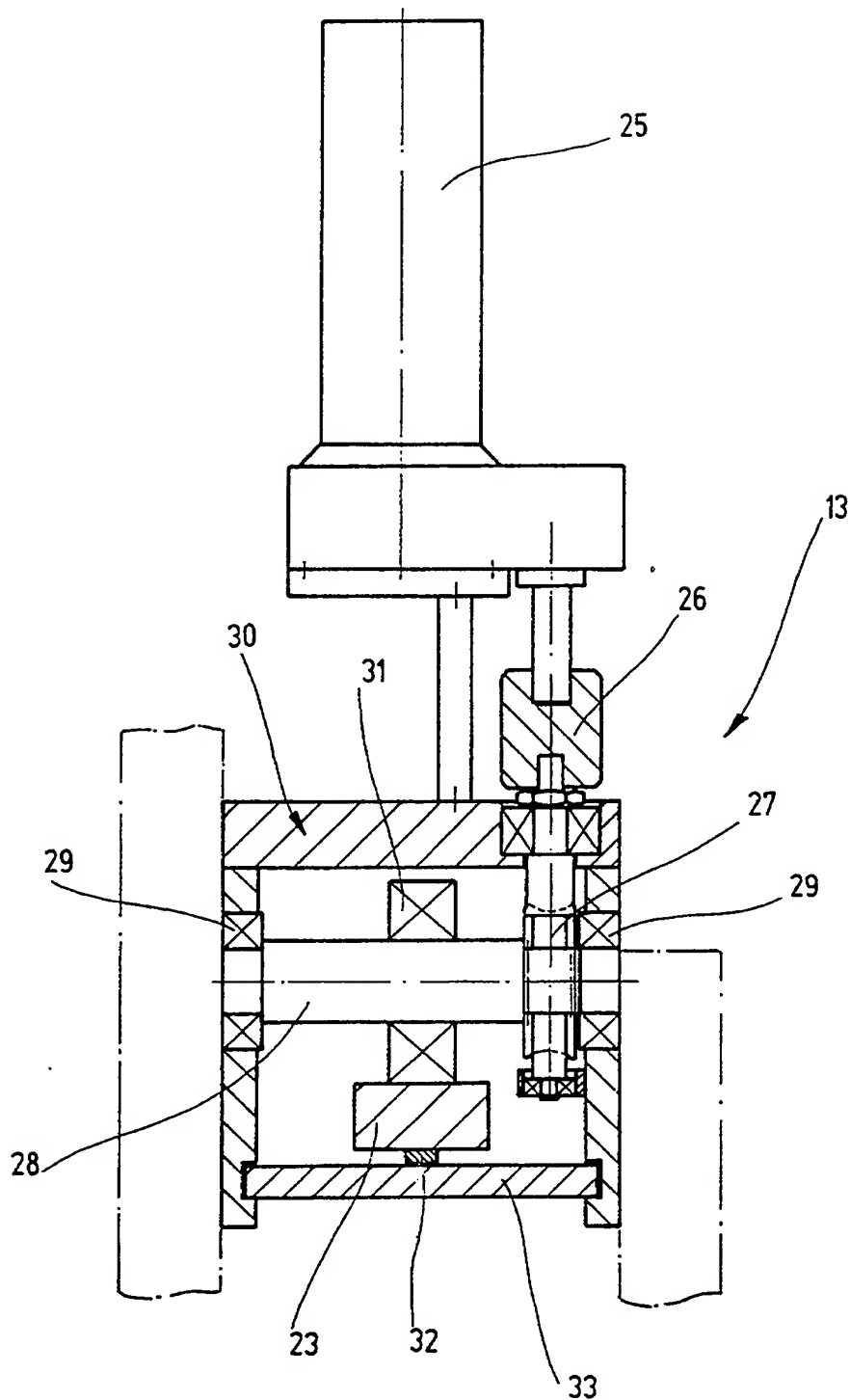


Fig. 6